

Nuevo enfoque en la evaluación de la exposición por inhalación de agentes químicos. Revisión de la Norma EN 689

José Luis Sanz Romera y José María Rojo Aparicio

Centro Nacional de Verificación de Maquinaria. INSST

El 9 de mayo de 2018 se ha publicado la nueva Norma Europea EN 689:2018 Workplace exposure. Measurement of exposure by inhalation to chemical agents. Strategy for testing compliance with occupational exposure limit values. El documento, además de introducir nuevos apartados, proporciona un enfoque distinto a la estrategia que se ha seguido hasta ahora para demostrar la conformidad de la exposición con los valores límite ambientales. En este artículo se comenta y analiza el contenido de este documento que marcará las directrices para evaluar la exposición de los trabajadores debida a la inhalación de agentes químicos en los próximos años.

INTRODUCCIÓN

La evaluación de riesgos es uno de los pilares básicos, junto a la planificación de la actividad preventiva, del Plan de Prevención de riesgos laborales de una empresa. En el caso del riesgo por inhalación de agentes químicos la evaluación requiere, generalmente, la medición de la concentración del agente químico en la zona de respiración del trabajador y la comparación con el valor límite de exposición correspondiente (artículo 3.5 del Real Decreto 374/2001, sobre la protección de la salud y seguridad de los trabajadores contra los riesgos relacionados con los agentes químicos durante el trabajo).

La evaluación de la exposición de los trabajadores a agentes químicos en los lugares de trabajo no es una tarea sencilla. El lugar, el momento y la duración del muestreo son factores decisivos en la obtención de resultados que puedan considerarse representativos de la exposición del trabajador durante la jornada laboral. Además, las mediciones realizadas en un único día son insuficientes para ofrecer una visión general de la exposición del trabajador al aire contaminado y tomar una decisión acertada sobre el nivel de exposición en otras jornadas, y en el futuro.

Por ello, y con el ánimo de unificar criterios, el Comité Europeo de Normali-

zación (CEN) publicó en 1995 la Norma EN 689 (UNE-EN 689:1996 «Directrices para la evaluación de la exposición por inhalación de agentes químicos para la comparación con los valores límite y estrategia de la medición»), en la que se establecen las directrices para evaluar la exposición de los trabajadores por inhalación de agentes químicos.

Esta norma es una referencia y una herramienta de gran ayuda para todos los técnicos que desarrollan la actividad preventiva en el campo de la Higiene industrial. Sin embargo, transcurridos 20 años desde su publicación, CEN consideró conveniente su revisión y actualización. En este sentido, un grupo de expertos de

■ **Tabla 1** ■ Principales métodos de estimación de la exposición.

Mediciones en el caso más desfavorable
Mediciones de los parámetros técnicos
Métodos de evaluación cualitativos (COSHH, INRS, etc.)
Modelos de estimación de la exposición (EASE, MEASE, etc.)
Comparación con otros lugares de trabajo similares
Guías de buenas prácticas en la ejecución de la tarea u operación

diferentes países europeos ha estado trabajando los últimos años y ha presentado un borrador final que, tras su aprobación formal por los distintos organismos de normalización de los países miembros de CEN en el último trimestre de 2017, se ha convertido en la nueva Norma EN 689 y anulará la vigente desde 1995.

La norma introduce importantes cambios y proporciona un nuevo enfoque a la evaluación de la exposición por inhalación de agentes químicos, por lo que es necesario analizar el contenido de la misma con el objeto de informar a los técnicos de prevención de riesgos laborales, en especial a los dedicados a la evaluación de la exposición a agentes químicos, del nuevo horizonte que se avecina.

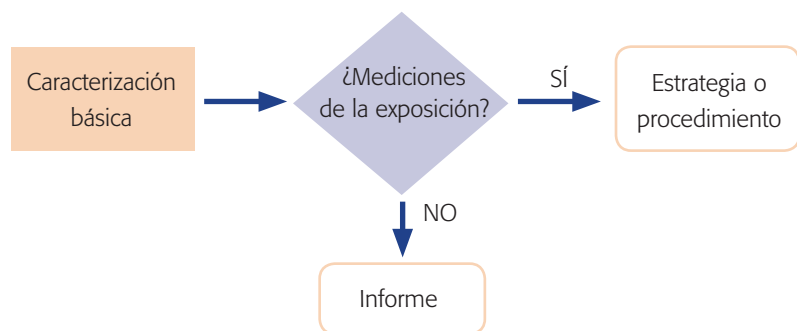
LA NORMA EN 689:2018

La nueva norma EN 689 es fundamentalmente un documento técnico, algo más extenso que su predecesora y que está constituido por un cuerpo normativo y nueve anexos informativos. Tras su estudio, y con ánimo exclusivamente pedagógico, se ha considerado conveniente analizar los aspectos más importantes y novedosos. Estos aspectos son: **La caracterización básica; Mediciones para comparar con los VLA; Comparación con los VLA. Estrategia; Medidas de control del riesgo. Evaluaciones periódicas; y Otros aspectos destacados de la Norma 689 modificada.**

La caracterización básica

La caracterización básica es uno de los conceptos novedosos que introduce el documento. Podría decirse que es equivalente, aunque no es exactamente lo mismo, a lo que en el documento predecesor se conocía como «estimación inicial» y «estudio básico». Es una fase fundamental en el proceso de evaluación

■ **Figura 1** ■ Esquema básico.



de la exposición porque permite definir dos aspectos fundamentales:

1. Las condiciones de la exposición a las que se va a referir el resultado de la evaluación.
2. El trabajador o grupo de trabajadores expuestos a esas condiciones y cuyo riesgo se va a evaluar (grupos de exposición similar, GES).

Las condiciones de la exposición

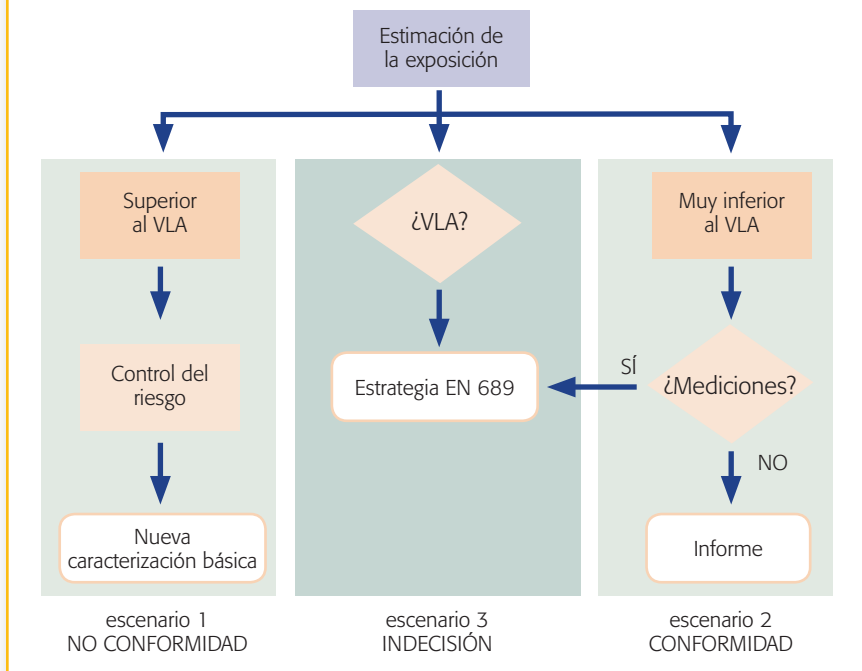
Para el establecimiento de las mismas, el técnico responsable identificará los agentes químicos presentes en el ambiente y los factores característicos de la zona de trabajo (tipo de proceso, tarea, configuración de la zona, instalaciones de ventilación, duración de la exposición, etc.) que influyen en el nivel de la exposición. El conjunto de la información permitirá hacer una estimación de la exposición del trabajador. En este sentido, la utilización de equipos de lectura directa,

las mediciones previas y la aplicación de los métodos de evaluación basados en la estimación de la exposición, incluidos en el Anexo A de la norma, pueden proporcionar una gran ayuda. En la tabla 1 se enumeran algunos de los métodos que pueden utilizarse para la estimación de la exposición.

Establecidas las condiciones de la exposición, en función del nivel de exposición estimado, el técnico debe decidir sobre la conveniencia de realizar mediciones. Si la decisión es afirmativa, iniciará el procedimiento o estrategia que es objeto de desarrollo en la norma. Si la decisión es contraria, redactará el correspondiente informe con las conclusiones acerca del riesgo y justificará por qué no ha sido necesario realizar mediciones de la exposición (véase la figura 1).

En cualquier caso, como resultado del nivel de exposición estimado, al técnico se le presentan tres posibles escenarios (véase la figura 2):

Figura 2 Tipos de escenarios definidos en la caracterización básica.



• **Escenario 1: la exposición es superior al VLA (no conformidad).**

En estos casos, el técnico redactará el informe de la evaluación instando a los responsables a desarrollar y aplicar, sin demora, un programa de medidas de control con el objeto de reducir la exposición. Lógicamente, cuando están aplicadas las medidas de control propuestas o programadas, se realizará una nueva caracterización básica.

• **Escenario 2: la exposición es probablemente muy inferior al VLA (conformidad).**

En estos casos, el técnico decidirá sobre la necesidad de realizar mediciones de la exposición. En el caso de que considere que las mediciones no son relevantes para la toma de decisión, redactará el correspondiente informe indicando los métodos de evaluación mediante los cuales ha llegado a tal conclusión y las razones por las que no considera necesario realizar mediciones, de conformidad con los artículos 3.5 y 3.9 del Real Decreto 374/2001.

Si, por el contrario, debido a las características de la exposición, a la toxicidad del agente químico o a la existencia de un reglamento específico, se considera necesaria la realización de mediciones, el técnico propondrá el procedimiento para la ejecución de las mismas y el número mínimo necesario para demostrar la conformidad con los VLA, de acuerdo con la estrategia descrita en esta norma y que se detallará más adelante.

• **Escenario 3: la información y los diferentes métodos de evaluación aplicados son insuficientes y no permiten concluir acerca de la conformidad de la exposición con los VLA.**

Grupo de exposición similar (GES):

Otro de los aspectos que el técnico debe estudiar en esta primera fase o

caracterización básica es la posibilidad de dividir al conjunto de trabajadores a evaluar en grupos de exposición similar (GES). Estos grupos estarán constituidos por el conjunto de trabajadores que tienen las mismas condiciones de exposición para el agente químico considerado.

La constitución de estos grupos posibilita al técnico realizar las mediciones entre los trabajadores del GES, aplicando el resultado de la evaluación a todos los integrantes. Esto, en la práctica, permite un mejor aprovechamiento de los recursos y una reducción considerable de los costes, puesto que reduce el número de mediciones necesarias para realizar la evaluación con respecto al caso de que todos los trabajadores fueran evaluados de forma independiente.

El técnico responsable de la evaluación debe ser cuidadoso y verificar la correcta constitución de los grupos de exposición similar mediante un examen crítico de los resultados de las mediciones. A este respecto, la norma proporciona, en uno de sus anexos, un método gráfico para la identificación de posibles trabajadores incluidos y no pertenecientes al SEG.

Mediciones para comparar con los VLA

En este apartado, el nuevo documento técnico es similar a su predecesor. Es decir: al igual que en la versión de 1995, establece que las mediciones para comparar con los VLA tienen que ser fiables y representativas de la exposición del trabajador, teniendo en cuenta siempre las posibles variaciones de las condiciones de exposición a lo largo del tiempo. Para ello, el nuevo documento establece condiciones en tres aspectos que considera básicos para el logro de tal objetivo, como son **el procedimiento de medi-**

da, el tipo de muestreo y la duración total del muestreo.

El procedimiento de medida

Los procedimientos de medida deben ser métodos validados mediante los correspondientes estudios en el laboratorio. La validación proporciona un nivel de confianza alto en los resultados. En todo caso, estos métodos deben cumplir los requisitos relativos a la especificidad, sensibilidad, estabilidad y transporte, rango de aplicación, límite de detección e incertidumbre establecidos para las mediciones de comparación con los valores límite de la Norma EN 482 «Requisitos generales relativos al funcionamiento de los procedimientos de medida de los agentes químicos», además de otras exigencias particulares que les puedan ser de aplicación, como las que aparecen en las normas EN 838, EN 1076, EN 13890, EN 1231 y EN ISO 13137. Si algunas de las especificaciones o requisitos técnicos no se pueden cumplir, debe indicarse en el informe explicando las causas de tal limitación.

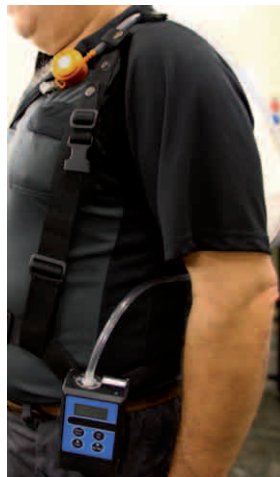


Por tanto, la responsabilidad del técnico es seleccionar procedimientos que cumplan los requisitos de esos documentos. En este aspecto, los técnicos pueden apoyarse en procedimientos de medida

validados para muchos agentes químicos, publicados como normas EN o UNE, Métodos de Toma de Muestra y Análisis del INSST, Normas ISO, Manual de Métodos Analíticos de NIOSH, Métodos de muestreo y determinación de OSHA, etc.

El tipo de muestreo

La toma de muestra, siempre que sea posible, se realizará mediante dispositivos fijados sobre el trabajador, de forma que el elemento de captación se sitúe en la zona de respiración (muestreo personal). Como consecuencia de la importante y rápida variación de la concentración del agente químico al distanciarse del foco de emisión, este es el tipo de muestreo que proporciona valores más representativos de la exposición del trabajador, además de ser el especificado en la normativa legal (artículo 3 del Real Decreto 374/2001).



En determinadas situaciones, como una alternativa que debe quedar debidamente justificada en el informe de resultados, se pueden utilizar muestras tomadas en un punto fijo.

La duración total del muestreo

La duración total del muestreo (DTM) tiene una gran influencia en la represen-

tatividad de las mediciones de la exposición. Como norma general, la duración total del muestreo debe ser similar al tiempo de referencia del VLA con el que se quiere verificar la conformidad. En caso contrario, el técnico debe valorar que no se producen cambios importantes en la exposición durante el período de tiempo no muestreado. En situaciones excepcionales, como son los casos de jornadas de trabajo superiores a 8 horas al día, la duración total del muestreo puede ser superior al tiempo de referencia del VLA.

El número de muestras necesarias para cubrir la duración total del muestreo dependerá de la concentración del agente tóxico y de la variación de la misma, del límite de cuantificación del método y de limitaciones técnicas, tales como la colmatación del filtro y la saturación del material adsorbente utilizados en la captación del agente químico.

En la práctica, se presentan dos situaciones diferentes, según las mediciones se comparen con un valor límite ambiental de corta duración (VLA-EC), con un tiempo de referencia (t_R) de 15 minutos; o se comparen con un valor límite ambiental de exposición diaria (VLA-ED), cuyo tiempo de referencia es de 8 horas.

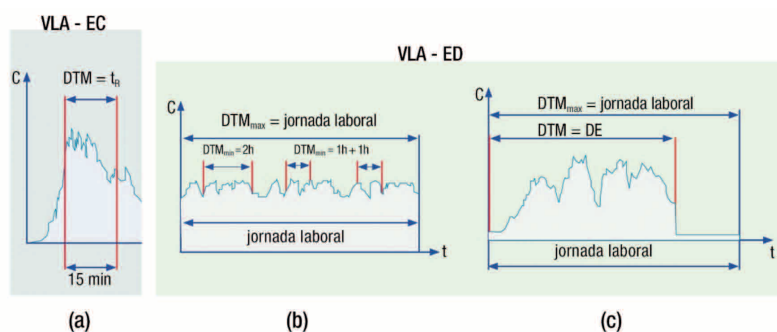
1. Valor límite ambiental de corta duración (VLA-EC).

En esta situación, e independientemente de la duración de la tarea, el tiempo de muestreo será de 15 minutos y, como se observa en la Figura 3(a), se realizará siempre muestreando el período de máxima exposición.

2. Valor límite ambiental de exposición diaria (VLA-ED).

En esta situación encontramos tres casos diferentes cuando se pretende determinar la duración total del muestreo:

Figura 3 Duración total del muestreo (DTM) para la comparación de las mediciones con el VLA: (a) la duración total del muestreo es de 15 minutos; (b) no hay variaciones importantes de la concentración del agente químico a lo largo de la jornada laboral; (c) hay variaciones importantes de la concentración del agente químico a lo largo de la jornada laboral.



- En primer lugar, si **el tiempo de exposición durante la jornada laboral es menor de 2 horas**, el muestreo debe abarcar todo el período de exposición.
- La segunda situación a considerar es cuando **los factores o determinantes de la exposición, incluidas las tareas, permanecen constantes durante la jornada de trabajo** (la evolución de la concentración del contaminante a lo largo de la jornada de trabajo es regular, sin variaciones importantes). En este caso, la duración total del muestreo puede ser menor que el tiempo de referencia del VLA, pero nunca inferior a 2 horas. En la Figura 3(b) se presentan diferentes opciones de muestreo para esta situación.
- La tercera situación es cuando los factores o determinantes de la exposición, incluidas las tareas, no son constantes durante la jornada de trabajo (la evolución de la concentración del contaminante a lo largo de la jornada laboral es irregular, con importantes variaciones).

La duración total del muestreo debe ser lo más próxima posible a la duración de la jornada laboral. Al igual que en el caso anterior, el técnico puede proceder de forma diferente, como se muestra en la Figura 3 (c).

Estos son los aspectos más interesantes que se contemplan en el nuevo documento y que se deben tener en consideración en el momento de realizar mediciones de la exposición para comparar con los VLA. El objetivo final es obtener mediciones representativas de la exposición y que todos los técnicos actúen de forma similar al abordar este cometido.

Comparación con los VLA. Estrategia

La nueva norma, al igual que su predecesora, parte de una idea común: la imposibilidad práctica, tanto técnica como económica, de realizar mediciones de la exposición a cada uno de los trabajadores y cada uno de los días de trabajo para demostrar la conformidad con los VLA. Como consecuencia, propone un procedimiento que permite evaluar la exposición

de los trabajadores o GES a partir de un número reducido de mediciones.

El procedimiento comprende dos etapas: una etapa inicial, llamada **test preliminar**, en la que es necesario un mínimo de tres mediciones; y una segunda, el **test estadístico**, que solo es necesaria en caso de no poder concluir acerca del riesgo en la etapa inicial, y para su realización será necesario completar un mínimo de seis mediciones.

Test preliminar: es una forma sencilla de demostrar la conformidad con los VLA en situaciones en las que la exposición es muy inferior al VLA. Su aplicación requiere tres, cuatro o cinco mediciones de la exposición del trabajador o GES. El criterio empleado es el siguiente:

- Para tres mediciones de la exposición: si todos los resultados son inferiores a $0,1VLA$, la exposición es inferior al VLA: **Conformidad**.
- Para cuatro mediciones de la exposición: si todos los resultados son inferiores a $0,15VLA$, la exposición es inferior al VLA: **Conformidad**.
- Para cinco mediciones de la exposición: si todos los resultados son inferiores a $0,2VLA$, la exposición es inferior al VLA: **Conformidad**.

Si una medición de la exposición, tomada en esta o en cualquier otra etapa, es superior al VLA, la exposición se considera superior al VLA: **No Conformidad**.

Si los resultados de las mediciones no cumplen las condiciones establecidas en los apartados a), b) y c), entonces no es posible tomar una decisión acerca de la conformidad de la exposición con los VLA. En esta situación, se deben realizar más mediciones hasta completar un mínimo de seis mediciones y aplicar el test estadístico.

Test estadístico: en caso de ser necesaria su aplicación para concluir acerca de la conformidad de la exposición con los VLA, la norma indica que el técnico debe utilizar un test estadístico que le permita medir, con un nivel de confianza mínimo del 70%, que la probabilidad de que la exposición supere el VLA sea menor del 5%. La norma proporciona, en un anexo, un posible método para la aplicación de este test estadístico.

El método propuesto se puede aplicar cuando los resultados de las mediciones de la exposición siguen una ley de distribución logarítmico-normal (caso más frecuente) o cuando siguen una ley de distribución normal (en situaciones excepcionales) y requiere calcular un parámetro UR, que se compara con unos valores de referencia UT tabulados en función del número de resultados. Si el valor del parámetro calculado (UR) es superior al tabulado (UT), la exposición se considera inferior al VLA y, por tanto, **Conformidad**. Por el contrario, si UR es inferior a UT, la probabilidad de superar el VLA es mayor del 5 % y la conclusión debe ser de **No Conformidad**. Las expresiones para el cálculo del estadístico UR y los valores de referencia UT se recogen en un anexo de la nueva norma.

Asimismo, en otro anexo, la norma recomienda algunos métodos estadísticos para comprobar qué tipo de distribución (normal o logarítmico normal) se ajusta mejor a los resultados de las mediciones de la exposición.

Cabe destacar que el procedimiento descrito implica inicialmente un mayor esfuerzo, ya que se necesita un mínimo de tres mediciones para poder concluir acerca del riesgo de la exposición y la conformidad de esta con los VLA. Sin embargo, el procedimiento siempre conduce al técnico a una decisión, la conformidad o no conformidad de la exposición

con los VLA, no habiendo lugar a indecisión en ninguna de las situaciones. Esto constituye una mejora sustancial del nuevo documento normativo, ya que en la versión anterior, si bien se podía concluir, en ciertos casos, la conformidad a partir de una única medida de la exposición, en muchas situaciones, a pesar de realizar más mediciones, no era posible concluir acerca del riesgo para el trabajador, situaciones en las que la norma de 1995 proponía establecer, para su seguimiento y control, un calendario de mediciones periódicas.

Medidas de control del riesgo. Evaluaciones periódicas

La estrategia que se desarrolla en la modificación de la Norma EN 689 conduce al técnico de prevención a dos posibles conclusiones:

- I. la exposición de los trabajadores por inhalación de agentes químicos es superior al VLA, situación de **no conformidad**; o
- II. la exposición de los trabajadores es inferior a los VLA, situación de **conformidad**.

En función del resultado, el técnico pondrá actuaciones diferentes.

Medidas de control del riesgo



La nueva norma no introduce ninguna novedad en este apartado, indicando que en las situaciones de no conformidad con los VLA los técnicos responsables deberán estudiar la situación e introducir las medidas de control que consideren apropiadas para reducir el nivel de exposición del trabajador. En todo caso, las medidas propuestas tendrán en cuenta los principios generales y las medidas específicas indicadas en los artículos 4 y 5 del Real Decreto 374/2001.

Evaluaciones periódicas

La nueva norma indica que la evaluación de la exposición tiene que ser revisada periódicamente para corroborar que la conclusión de conformidad con los VLA se mantiene en el tiempo. A este respecto, la norma recomienda revisar la evaluación de la exposición anualmente, pudiéndose realizar mediante mediciones de la exposición u otros métodos de evaluación propuestos en uno de sus anexos y recogidos en la tabla 1.

Cuando para la revisión de la evaluación se considere la realización de mediciones de la exposición, la norma propone en un anexo dos métodos para calcular la periodicidad para la realización de estas mediciones. La aplicación de estos métodos requiere un mínimo de seis mediciones, por lo que, si la conclusión de conformidad se alcanzó mediante el test preliminar, será necesario realizar más mediciones hasta completar el mínimo de seis requerido.

Media geométrica o media aritmética de las últimas mediciones (mínimo seis):

El método propuesto calcula la periodicidad para las mediciones periódicas a partir de la media geométrica (MG) o de la media aritmética (MA), depen-

Tabla 2 ■ Determinación de la periodicidad de las mediciones utilizando (a) la media aritmética (MA) o geométrica (MG) de la distribución, o (b) utilizando el parámetro j.

Resultado	Periodicidad	Resultado	Periodicidad
(MG o MA) < 0,1 VLA	36 meses	$j < 0,25$	36 meses
$0,1 \text{ VLA} < (\text{MG o MA}) < 0,25 \text{ VLA}$	24 meses	$0,25 < j < 0,5$	30 meses
$0,25 \text{ VLA} < (\text{MG o MA}) < 0,50 \text{ VLA}$	18 meses	$0,5 < j < 1$	24 meses
$(\text{MG o MA}) > 0,5 \text{ VLA}$	12 meses		

2 (a)

2 (b)

diendo del tipo de distribución, de los resultados de las últimas mediciones de la exposición, seis como mínimo. La periodicidad se determina de acuerdo con la tabla 2 (a).

El parámetro j:

La norma también permite calcular la periodicidad de las mediciones a partir de un parámetro j, proporcionándose una expresión matemática para el cálculo de este parámetro que, en función de su resultado, establece la periodicidad de las nuevas mediciones (véase la tabla 2 (b)).

La nueva norma proporciona al técnico la capacidad de decidir cuántas mediciones de la exposición son necesarias para revisar la evaluación. Esta o estas mediciones se unirán a las obtenidas con anterioridad con el objeto de, utilizando los resultados más recientes (mínimo seis), demostrar la conformidad con los VLA y calcular el período para realizar nuevas mediciones.

OTROS ASPECTOS DE LA NORMA EN 689

La modificación de la Norma EN 689 tiene en cuenta dos aspectos relativa-

mente frecuentes en la actividad industrial, como son la exposición simultánea a varios agentes químicos y la exposición en jornadas de trabajo superiores a 8 horas, aspectos estos que no eran contemplados en la anterior versión.

Exposición simultánea a varios agentes químicos

En relación con las actividades que suponen la exposición a varios agentes químicos, el nuevo documento, de acuerdo con el Real Decreto 374/2001, considera que la exposición debe ser evaluada atendiendo al riesgo que presenta la combinación de dichos agentes. Para estas situaciones, la nueva Norma EN 689 propone calcular un índice (I) y compararlo con el valor 1, que adquiere el mismo significado que tiene el VLA para la evaluación de exposiciones a agentes químicos aislados. Este índice (I) se determina aplicando la fórmula (1), donde E_i es la exposición al agente químico i y VLA_i es su correspondiente valor límite.

$$I = \sum_{i=1}^n \frac{E_i}{VLA_i} \quad (1)$$

Para la aplicación de la fórmula y, por tanto, la determinación del valor

del índice I, el documento facilita algunas aproximaciones:

a. Primera aproximación: el índice de exposición (I) se calcula a partir de la suma de las exposiciones a todos los agentes químicos divididas por sus respectivos VLA. Se trata de la aproximación más conservadora y el documento sugiere elegir esta aproximación cuando no se tiene suficiente información acerca de los efectos combinados de los agentes químicos (por ejemplo, la exposición a humos de soldadura).

b. Segunda aproximación: considera solo aditivas las sustancias que tienen efectos tóxicos similares o que actúan sobre el mismo órgano diana. El índice de exposición (I) se calcula a partir de la suma de las exposiciones de estos agentes químicos divididas por sus respectivos VLA (un ejemplo típico es la evaluación de la exposición a los disolventes utilizados en la fabricación o la aplicación de pinturas).

c. Otras aproximaciones: calculan el índice de exposición (I) en base a modelos toxico-cinéticos complejos. El uso de este tipo de aproximaciones debe estar convenientemente justificado.

Jornadas superiores a 8 horas/día

En relación con estas situaciones, cada vez más frecuentes en distintas actividades, la norma revisada considera que se debe tener en cuenta esta singularidad. En concreto, para evaluar la exposición a agentes químicos de estos trabajadores propone utilizar la exposición diaria (E_d), recogida en la fórmula (2), donde C_i es la concen-

tración promedio de la exposición del trabajador durante toda la jornada y t son las horas de exposición del trabajador en esa jornada.

$$E_d = C_i \times \frac{t}{8} \quad (2)$$

Alternativamente, el documento también admite la utilización de otros procedimientos más complejos que se pueden encontrar en la literatura como, por ejemplo, el modelo fármaco-cinético de Hickey and Reist (aplicado en la Nota Técnica de Prevención n.º 1073 del INSST), el modelo de Brief and Scala o el modelo propuesto por el Instituto Canadiense de Seguridad y Salud.

LIMITACIONES DEL MÉTODO

La actividad industrial se caracteriza porque las situaciones de exposición a agentes químicos son muy variadas. En la nueva Norma EN 689, al igual que en la versión anterior, las situaciones de exposiciones estables y repetidas a lo largo del tiempo, típicas de centros de trabajo en los que las tareas están bien definidas y planificadas (refinerías, grandes fábricas de producción química, talleres de mecanizado, etc.), se considera que se ajustan a una distribución logarítmico normal y, por tanto, cumplen la condición para aplicar la estrategia y demostrar la conformidad con los VLA con un número reducido de mediciones. En otras situaciones, como los ca-

sos de los trabajadores de la construcción, los trabajadores dedicados a la retirada de amianto, etc., el cambio constante de centro de trabajo o la realización del mismo a la intemperie pueden producir importantes cambios de las condiciones de exposición. En estos casos, el método propuesto en la Norma EN 689 puede presentar ciertas limitaciones y se recomienda analizar cuidadosamente la situación antes de su aplicación. Finalmente, se debe indicar que hay situaciones, como por ejemplo los trabajos en zonas contaminadas como los vertederos, los trabajos en espacios confinados, los trabajos en laboratorios farmacológicos, etc., en los que, debido a la ineficacia y dificultad, no procede la aplicación del método. ●

Bibliografía

- Real Decreto 374/2001, de 6 de abril, sobre la protección de la salud y seguridad de los trabajadores contra los riesgos relacionados con los agentes químicos durante el trabajo.
- Real Decreto 39/1997, de 17 de enero, por el que se aprueba el Reglamento de los Servicios de Prevención.
- AENOR. Norma UNE-EN 689:1996. Directrices para la evaluación de la exposición por inhalación de agentes químicos para la comparación con los valores límite y estrategia de la medición.
- AENOR. Norma EN 482. Requisitos generales relativos al funcionamiento de los procedimientos de medida de los agentes químicos.
- AENOR. Norma EN 1076. Procedimientos de medida de gases y vapores que utilizan muestreadores por aspiración. Requisitos y métodos de ensayo.
- AENOR. Norma EN 1231. Sistemas de medición por tubos detectores de corta duración. Requisitos y métodos de ensayo.
- AENOR. Norma EN ISO 13137. Bombas para el muestreo personal de los agentes químicos y biológicos. Requisitos y métodos de ensayo.
- AENOR. Norma EN 13890. Procedimientos de medida de metales y no metales en partículas en suspensión en el aire. Requisitos y métodos de ensayo.
- AENOR. Norma EN 689:2018 Workplace exposure. Measurement of exposure by inhalation to chemical agents. Strategy for testing compliance with occupational exposure limit values.
- Hickey, JLS and Reist PC. Application of occupational exposure limits to unusual work schedules. *American Industrial Hygiene Association Journal*, 1977, vol 38, n 11, p 613-621.
- Australian Institute of Occupational Hygienists (AIOH). *Adjustment of workplace exposure standards for extended work shifts*. 2013.
- Institut de Recherche Robert-Sauvé en Santé et en Sécurité du Travail (IRSST). *Guide d'ajustement des valeurs d'exposition admissibles (VEA) pour les horaires de travail non conventionnels*. 2015.
- Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo (INSHT). Límites de exposición profesional para agentes químicos en España. Ministerio de Empleo y Seguridad Social. 2017. <http://www.insht.es/portal/site/Insht/menuitem.1f1a3bc79ab34c578c2e8884060961ca/?vgnextoid=2604b564429aa510VgnVCM1000008130110aRCRD&vgnnextchannel=c4f44a7f8a651110VgnVCM100000dc0ca8c0RCRD>
- Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo (INSHT). Nota Técnica de Prevención (NTP) n.º 1073. Agentes químicos: Evaluación del riesgo por inhalación de trabajadores con jornadas de trabajo excepcionales. Modelo Farmacocinético. 2016. <http://www.insst.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/NTP/NTP/Ficheros/1066a1077/ntp-1073.pdf>
- *Relatif aux contrôles techniques des valeurs limites d'exposition professionnelle sur les lieux de travail et aux conditions d'accréditation des organismes chargés des contrôles*. *Journal Officiel de la République Française, Edition numéro 0292, Textes 35 sur 156*. 2009.